



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

documentos  
de  
trabajo

Documento de Trabajo 04-09  
Serie de Estadística y Econometría (01)  
Mayo 2004

Departamento de Estadística y Econometría  
Universidad Carlos III de Madrid  
Calle Madrid, 126  
28903 Getafe (Spain)  
Fax (34) 91 624-98-49

## CONSIDERACIONES SOBRE LA PREDICCIÓN ECONÓMICA: METODOLOGÍA DESARROLLADA EN EL BOLETÍN DE INFLACIÓN Y ANÁLISIS MACROECONÓMICO

Antoni Espasa y Rebeca Albacete\*

### Resumen

En este trabajo se presenta la predicción económica como una actividad que adquiere plena relevancia cuando está inmersa en un proceso de toma de decisiones. El desarrollo de esta actividad requiere una secuencia de funciones consistente en la recolección y organización de datos, construcción de modelos econométricos y realización de un seguimiento de evaluación de las predicciones para mantener un proceso continuo de corrección, perfeccionamiento y ampliación del conjunto informativo y de los modelos econométricos, que permita una mejora sistemática de los resultados de la predicción. Con esta orientación la predicción económica es una actividad basada en modelos econométricos y métodos estadísticos y constituye una labor de investigación económica aplicada, que se enfrenta a los problemas generales que ésta tiene.

**Palabras clave:** desagregación temporal, desagregación funcional, desagregación geográfica, indicadores adelantados, modelos econométricos congruentes, VEqCM, ARIMA, combinación de predicciones, cointegración.

\* Espasa, Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, e-mail: [espasa@est-econ.uc3m.es](mailto:espasa@est-econ.uc3m.es); Albacete, Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, e-mail: [albacete@est-econ.uc3m.es](mailto:albacete@est-econ.uc3m.es). Este trabajo se basa en la experiencia en predicción macroeconómica de un amplio equipo dirigido por el profesor Espasa obtenida a lo largo de los diez años en los que se viene publicando mensualmente el Boletín de Inflación y Análisis Macroeconómico del Instituto Flores de Lemus de la Universidad Carlos III de Madrid. Son muchas las personas que a lo largo de este tiempo han participado de forma innovadora y generosa en este Boletín. Entre ellas hay que destacar a las que con su trabajo han contribuido directamente a dar cuerpo a la metodología actualmente empleada en el Boletín. Ellas son: Rebeca Albacete, Nicolás Carrasco, César Castro, José Ramón Cancelo, Antonio Garre, Arsinoe Lamadriz, Fernando Lorenzo, José Manuel Martínez, Iván Mayo, Román Mínguez, Israel Muñoz, Lorena Saiz, Ángel Sánchez, Eva Senra y Juan de Dios Tena. A todas ellas el director del equipo desea expresarles su más profundo agradecimiento. El trabajo durante estos años ha sido posible gracias a la cátedra de Predicción y Análisis Macroeconómico financiada por la Fundación Universidad Carlos III y de la que es titular el primer autor. La realización de este artículo se enmarca dentro del proyecto BEC2002-03720 financiado por la dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Uno de ellos se refiere a los datos económicos. La creencia generalizada de que si un dato económico es público es válido para cualquier análisis está derivando en que se valore en exceso la información macroeconómica basada en indicadores cualitativos contruidos sobre encuestas muy simples, que se puede obtener con rapidez y bajo coste, y se infravalore la necesidad de obtener datos cuantitativos lo más fiables que sea posible sobre las variables de interés que destaca la teoría económica, con el fin de poder hacer análisis econométrico sobre ellas. El antiguo debate sobre medición sin teoría podría volver a ser relevante en la actualidad.

Para que los resultados de una predicción económica puedan ser utilizados en un proceso de toma de decisiones, éstos deben ser ajustados a la realidad que finalmente se observa y proporcionar información sobre los factores que los determinan. Dado que las realizaciones de las variables económicas son inciertas, los usuarios de las predicciones no necesitan predicciones puntuales que pueden resultar engañosas, sino predicciones en las que se den probabilidades de que la realización futura se encuentre dentro de determinados intervalos de valores. El gráfico de abanico popularizado por el Banco de Inglaterra en las predicciones de inflación es una buena forma de presentar las predicciones que los agentes decisores requieren.

La precisión de la predicción depende de la naturaleza del fenómeno económico en cuestión –sobre la que nada puede hacer el analista- y del conjunto informativo utilizado y del modelo cuantitativo empleado. El conjunto informativo básico es el pasado y presente del fenómeno de interés y se le denomina univariante. Sobre él se pueden construir modelos, por ejemplo ARIMA, que además de generar predicciones proporcionan una formalización de las características tendenciales, estacionales y cíclicas del fenómeno bajo estudio.

El conjunto informativo puede ampliarse en diferentes direcciones que no son excluyentes entre sí. Éstas se pueden clasificar de la siguiente forma: (a) ampliación frecuencial, incorporando datos más frecuentes en el tiempo; (b) ampliación por desagregación funcional y geográfica de una variable agregada; (c) ampliación con otras series con las que se detecta una relación empírica de dependencia; y (d) ampliación con otras series temporales con las que se postula una relación teórica. La primera, (a), es de especial interés en la predicción a corto plazo. La segunda, (b), es de interés general si, como ocurre en la mayoría de los casos, la teoría económica puede orientar sobre cómo implementarla y si además, pero en gran parte debido a dicho fundamento teórico, los componentes resultantes tienen comportamientos tendenciales diferenciados, pero con restricciones entre ellos (relaciones de cointegración). La tercera es una ampliación que en

muchas ocasiones consiste en incorporar indicadores adelantados. La combinación de estas tres ampliaciones concluyen en conjuntos informativos con la máxima frecuencia observacional disponible, sobre una desagregación que aumenta de forma relevante la información tendencial, estacional y cíclica del fenómeno en cuestión y que incluye indicadores adelantados que incorporan lo más novedoso que ha llegado al sistema con influencia en el fenómeno que se está estudiando. Con ese conjunto informativo es posible construir modelos vectoriales con mecanismos de corrección del equilibrio con una estructura diagonal por bloques y con variables exógenas, que se muestran muy útiles para la predicción de variables macroeconómicas como el producto interior bruto, la inflación, la producción industrial, etc. El Boletín de Inflación y Análisis Macroeconómico del Instituto Flores de Lemus de la Universidad Carlos III de Madrid viene desarrollando una metodología, resumida aquí en la sección 6, para la predicción basada en ese tipo de modelos.

Finalmente, la ampliación del conjunto informativo permite incorporar variables con una relación de causalidad, según la teoría económica, con el fenómeno de interés. Con ello se pueden construir modelos congruentes, es decir, modelos que incorporan toda la información disponible relevante, se especifican en términos de los parámetros de interés según la teoría económica y se formulan en términos de parámetros que resultan constantes en el tiempo. Con estos modelos, a diferencia de los anteriores, al realizar predicciones se obtiene también una explicación de los factores que las determinan. Con frecuencia los modelos congruentes no se pueden construir al máximo nivel de frecuencia temporal, que suele ser el mes, sino a niveles más agregados como el trimestre. En cambio, los modelos vectoriales desagregados con indicadores adelantados se pueden construir, normalmente, a nivel mensual. En consecuencia, estos modelos mensuales proporcionan, en general, predicciones más precisas que los modelos congruentes trimestrales, pero no facilitan una explicación de la predicción. Para lograr ambos objetivos, precisión y explicación en el trabajo se comenta un procedimiento –basado en el Boletín mencionado anteriormente– de relación entre ambas predicciones, que permite trasladar la explicación causal del modelo congruente al modelo mensual desagregado.

## **1.- LA PREDICCION ECONOMICA COMO INVESTIGACION APLICADA: características, impacto social y problemas.**

### **La predicción en los procesos de toma de decisiones.**

La predicción económica no constituye un fin en sí misma, sino que adquiere especial interés y relevancia cuando se inserta en un proceso de toma de decisiones por parte de bs agentes económicos individuales, empresas o entidades públicas. Delrieu (2003) realiza una excelente exposición sobre este tema a nivel empresarial. Este autor destaca que la planificación y especialmente la confección del presupuesto –que es donde se define “un escenario macroeconómico con el fin de integrar proyecciones de ventas, precios y costes de los factores de producción que permitan una proyección creíble y consistente de estimaciones del flujo de caja”- constituyen el vínculo en el que se integran las tareas de predicción y dirección. Este trabajo se centra principalmente en la predicción macroeconómica, que siendo una parte importante de la predicción dentro de la empresa, es a la vez un input determinante en la decisión de las políticas monetaria, presupuestaria y económica en general.

### **El proceso cuantitativo necesario para la generación de predicciones fiables.**

La predicción económica es una labor costosa ya que en ella hay que: (1) recoger un conjunto informativo relevante sobre el que basar la predicción, (2) organizar y elaborar dicha información mediante un contexto conceptual consistente, (3) construir modelos econométricos, (4) generar predicciones con ellos y (5) realizar un seguimiento de la labor predictiva que sirva para mantener un proceso continuo de corrección, mejora y ampliación del conjunto informativo y de los modelos econométricos empleados. Estas cinco tareas revelan que el diseño, construcción e implantación de un esquema de predicción económica propiamente dicha, es decir, basada en modelos econométricos y con contrastes estadísticos apropiados para detectar imperfecciones futuras, constituye una labor de investigación aplicada. Sólo con esta concepción será posible entrar en una secuencia en la que cada vez sea posible predecir más variables económicas, con mayor precisión, referidas a todos los horizontes necesarios y con el nivel de desagregación deseado.

**El impacto social negativo que surge cuando las predicciones económicas no se basan sobre investigaciones aplicadas.**

Si en un ejercicio de predicción no se cubren las tareas mencionadas anteriormente, la fiabilidad de las predicciones será baja. En consecuencia, si a nivel de una sociedad o país la predicción económica no se asienta sobre las bases anteriores, sus resultados distarán mucho de ser satisfactorios y no gozará de prestigio entre los agentes económicos. Sin embargo, esto último puede resultar imperceptible durante mucho tiempo a nivel social. La cuestión es que la predicción económica es necesaria, ya que la inmensa mayoría de las decisiones en el ámbito económico se basan en predicciones aunque éstas sean subjetivas, meras apuestas voluntaristas o simples conjeturas. Con frecuencia a nivel empresarial éste es el tipo de predicción que se realiza y romper con él puede resultar difícil si ello acarrea pérdida de poder de personas dentro de la empresa.

A nivel macroeconómico la necesidad de predicciones ha llevado a que bastantes instituciones, muchas de ellas privadas, publiquen predicciones sobre las principales variables macroeconómicas y sobre ellas, o parte de las mismas, se confeccionan predicciones de consenso basadas en la media o en la mediana. Estos consensos suelen tener una difusión enorme en los medios de comunicación y las personas responsables de tomar decisiones en las empresas y en las instituciones prefieren basarse en los consensos y no en predicciones específicas, propias o producidas por terceros, aunque sean más fiables, ya que si el consenso resulta inadecuado no se les va a considerar responsables de un error que es general.

**Los riesgos de las predicciones de consenso. Medidas a tomar.**

El problema radica en que la calidad de muchas de las predicciones que entran en un consenso, sobre todo si sólo es de rango nacional, es mala y en la mayoría de los casos no están basadas en modelos econométricos. De hecho, con frecuencia, los distintos participantes en el consenso van cambiando sus predicciones meramente en función de cómo éstas han diferido del último valor publicado del consenso. Dado el impacto social de las predicciones de consenso, parece necesario introducir alguna regulación normativa sobre cómo construir un consenso y sobre ciertos requisitos que deben cumplir las predicciones concretas que se incluyan en el mismo. Así, de la misma forma que para publicar los resultados de una encuesta es obligatorio publicar una ficha que recoja sus principales características, parece

conveniente exigir que para que una determinada predicción macroeconómica se haga pública, ésta deba incluir una ficha en la que se señalen aspectos como con qué información está construida la predicción, si se han empleado o no modelos econométricos y, en caso positivo, de qué tipo, qué record histórico de errores se han cometido, etc.

### **Implicaciones del hecho de que los datos económicos no los genera el propio investigador.**

En este trabajo la predicción económica se describe como una labor de investigación aplicada y en este sentido se enfrenta a problemas generales en dicho tipo de investigación. Uno de ellos radica en el hecho de que, en general, en economía el investigador no genera sus propios datos, sino que los toma de fuentes externas, por lo que normalmente el conocimiento a fondo de los datos no se exige ni se le suele dar una valoración particular en las revistas académicas. Sin embargo, una buena investigación aplicada requiere que el investigador se familiarice con los datos en cuestiones sobre cómo han sido generados, qué propiedades básicas tienen, qué posibles errores o fuentes de error existen en los mismos, etc. En general, llegar a este tipo de conocimiento de los datos requiere un tiempo cuya proporción sobre el tiempo requerido posteriormente para llevar a cabo la investigación puede ser elevada. Esto se agrava si los datos tienen errores, las muestras no son homogéneas o si en el transcurso de la investigación las características de los datos imponen varias veces cambios en la orientación de la misma. Con ello se tiene que una investigación aplicada que resulte exitosa requiere mucho más tiempo que una investigación teórica en aspectos que no constituyen la motivación básica del investigador. Además, es frecuente que la investigación aplicada sobre economías nacionales individuales, a excepción de unos pocos países, resulte difícil de publicar en revistas internacionales. Se tiene, pues, que a la escasa valoración social de la predicción económica se junta la falta de incentivos para que aparezcan suficientes investigadores dedicados a ella.

En un contexto de problemas en los datos, un investigador puede optar por estudiarlos a fondo y sugerir lo qué habría que hacer para solventarlos señalando que eso constituye un paso previo para emprender la investigación aplicada. Como con frecuencia existe la creencia de que si un dato es público es válido para cualquier análisis sobre el mismo y además las soluciones a los problemas en los datos suelen ser caras, éstas no se implantan y la aplicación a la que se ha negado el investigador acaba siendo realizada con los datos disponibles

por empresas de servicios con ánimo de lucro que se encuentran abocadas a no rechazar el encargo de un cliente.

### **Rapidez y calidad en la elaboración de estadísticas económicas. Implicaciones en la investigación aplicada.**

Actualmente hay una tendencia social a valorar más a los institutos de estadística nacionales por la prontitud con la que publican los datos que por la calidad de los mismos. Incluso, en aras a esa rapidez en la publicación, es cada vez mayor el porcentaje de estadísticas cualitativas sobre el de las estadísticas cuantitativas, que además son mucho más baratas de producir, aunque mucho menos informativas y mucho más volátiles. De hecho frente a la complejidad de construir modelos econométricos con los datos de una contabilidad nacional trimestral, que se publican con unos dos meses de retraso respecto al mes de referencia, está proliferando el hecho de analizar datos sobre varios cientos de variables(indicadores) parciales diferentes con el fin de estimar la situación actual de crecimiento económico y realizar predicciones sobre el mismo. El análisis cuantitativo en economía no proporciona los resultados, en cantidad y calidad, que son necesarios para llegar a un entendimiento fundado de la realidad económica y, por tanto, no nos podemos permitir el lujo de despreciar una determinada orientación cuantitativa. En este sentido es bienvenido el inmenso análisis econométrico que se está generando sobre los indicadores económicos. El peligro puede aparecer si con ello se empieza a infravalorar la necesidad de obtener datos cuantitativos lo más fiables que sea posible sobre las variables de interés que destaca la teoría económica, con el fin de poder hacer análisis econométrico sobre ellas dentro de un contexto teórico que permita la interpretación de los resultados y su utilización con fines de política económica. El antiguo debate de medición sin teoría puede volver a aparecer en la actualidad.

En conclusión, se puede decir que la buena investigación económica aplicada en general y la predicción económica en particular, requieren, entre otras cosas, una mayor sensibilidad sobre los datos, en cantidad y calidad, tanto a nivel social e institucional como por parte de los investigadores. En el caso de estos últimos aparece también el problema de cómo generar suficientes incentivos para que el investigador emplee un tiempo sustancial en el entendimiento a fondo del proceso de construcción de los datos y de las implicaciones que éste imprime sobre las propiedades de dichos datos.

## **2.- PREDICCIÓN Y MODELOS ECONOMETRICOS.**

**La naturaleza estocástica de los datos económicos determina que las predicciones deben basarse en modelos econométricos.**

En la sección anterior se ha señalado que la predicción económica tiene plena utilidad cuando está inmersa en un proceso de toma de decisiones. En tales casos se requiere que las predicciones den valores que posteriormente resulten ajustados a la realidad económica y proporcionen información sobre los factores determinantes de dichos valores. Es decir, las predicciones económicas deben ser fiables con suficiente estructura explicativa .

Las realizaciones de las variables económicas son inciertas y conviene considerarlas como estocásticas. En consecuencia, las predicciones puntuales son de escaso interés y en ocasiones pueden llegar a ser un fraude. Lo importante para los agentes decisores son predicciones en las que se den probabilidades de que la realización futura se encuentre dentro de determinados intervalos de valores. Idealmente el usuario de una predicción lo que desea es que, dado un conjunto de diferentes intervalos de valores, se estimen las probabilidades de que la realización futura caiga dentro de cada uno de ellos. En términos estadísticos se tiene que lo importante es determinar la función de densidad de cada predicción. Este tipo de predicciones han de realizarse con modelos cuantitativos que incorporan formulaciones estadísticas que han sido contrastadas con los datos, es decir, con modelos econométricos.

En efecto, en el marco de un modelo econométrico y a partir de una muestra dada, es posible contrastar las relaciones de dependencia entre los datos que resultan estables a lo largo del tiempo y, en consecuencia, utilizar tales relaciones para predecir el futuro, evaluando las probabilidades de ocurrencia para distintos rangos de valores. Con ello la predicción econométrica tiene dos facetas importantes. Una consiste en que tal predicción se basa en regularidades firmes en los datos que han sido contrastadas. Esto le infiere una fiabilidad y objetividad que no se da en los procedimientos subjetivos de predicción. Estos pueden considerar conjuntos informativos muy heterogéneos, incompletos, de diferentes periodicidades, etc. Tales conjuntos suelen ser de mayor amplitud de lo que es posible analizar con modelos econométricos al nivel actual del desarrollo de la econometría, pero no hay ninguna garantía de que los esquemas resultantes de un procesamiento subjetivo de toda esa información sean correctos para basar en ellos de forma sistemática proyecciones futuras. Además, como dichos esquemas no se objetivan



no es posible pasarlos a terceras personas, resultando al mismo tiempo muy difícil establecer un proceso de aprendizaje a partir de los errores de predicción que lleve a mejorar el procedimiento. Sin embargo, el contraste de las predicciones econométricas con las nuevas observaciones que van llegando permiten señalar aspectos incorrectos del modelo y sugerir correcciones o ampliaciones del mismo, que pasarán a ser contrastadas con futuras observaciones. Con ello la predicción econométrica queda sometida a un proceso continuo de evaluación y mejora.

La otra faceta de la predicción econométrica radica en el hecho de que la predicción no es un mero valor puntual –que como tal tiene una probabilidad prácticamente nula de ocurrencia- sino un conjunto de probabilidades referidas a un conjunto de intervalos de valores, que especifican la probabilidad de ocurrencia del hecho futuro en cada uno de los intervalos definidos.

### **Medición de la incertidumbre en el rango de valores de una predicción. La confusión que puede generar una predicción puntual.**

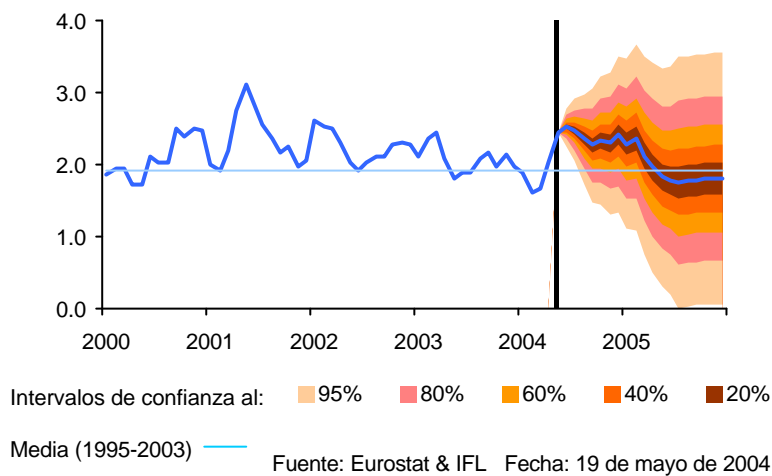
La importancia de estimar probabilidades para diferentes intervalos de valores fue puesta de manifiesto hace ya años por el Banco de Inglaterra en el contexto de las predicciones de inflación que el Banco necesitaba para llevar a cabo su política monetaria. Así propuso el denominado gráfico de abanico que actualmente goza de enorme popularidad. En este gráfico se dan predicciones para una secuencia de momentos temporales, por ejemplo, los restantes meses del año en curso y todos los del año siguiente. Para cada mes se señala un conjunto de intervalos de valores con las correspondientes probabilidades de que la inflación en el mes en cuestión esté dentro de ellos. Tales probabilidades se representan con colores de diferentes tonalidades, y como la incertidumbre de la predicción, y por tanto la amplitud de los intervalos, aumenta con la distancia del mes predicho respecto al último mes con valor observado, el gráfico toma una forma de abanico que ha determinado su nombre. La construcción del gráfico de abanico se hace a partir de una historia relativamente larga de errores de predicción. Sobre este tipo de gráficos y su uso en la práctica puede verse Wallis (2003) y referencias allí citadas.

En el Boletín de Inflación y Análisis Macroeconómico del Instituto Flores de Lemus de la Universidad Carlos III se vienen dando estos gráficos para diferentes variables de inflación. En el gráfico 1 tomado de dicho Boletín se presenta una estimación del gráfico de abanico correspondiente a la inflación en la Euro-zona con información hasta el mes de abril de 2004. El gráfico entre otras cosas muestra que la

probabilidad de deflación en el bienio 2004-2005 es despreciable, pero la probabilidad de que la inflación supere a lo largo del 2004 el valor de referencia del 2% es alta. Si se dispone de suficiente record histórico de predicciones, este tipo de gráfico resulta muy útil para las principales variables macroeconómicas como producto interior bruto, producción industrial, empleo, paro, déficit de la balanza por cuenta corriente, etc.

Gráfico 1

### TASA ANUAL DE INFLACIÓN EN LA UME



La forma en que este tipo de gráficos se abren hacia el futuro depende de la naturaleza del fenómeno en cuestión, incluso disponiendo en cada caso del mejor modelo posible de predicción si eso existiese. Así, en la producción industrial el gráfico de abanico tiene mayor apertura que en la inflación y menor que en las exportaciones. Por eso las predicciones puntuales pueden llegar a generar importantes engaños. En efecto, el usuario de una predicción puntual siempre la contempla, incluso aunque sea de forma inconsciente, asignando de forma subjetiva una probabilidad de ocurrencia relativamente alta a un intervalo de valores relativamente estrecho alrededor de la predicción puntual. Si tras la experiencia de este uso en dicha predicción puntual sobre una determinada variable recibe predicciones puntuales de otra variable, pero con mucha más incertidumbre futura y no se le advierte de ello, y pasa a aplicar el mismo tipo de intervalo con las mismas probabilidades, concluirá con un idea engañosa sobre las realizaciones futuras de la nueva variable.

### 3.- CONJUNTOS INFORMATIVOS Y MODELOS ECONOMÉTRICOS.

La precisión en la predicción depende de la naturaleza del fenómeno económico considerado –sobre la que nada puede hacer el analista- y del conjunto informativo utilizado y del modelo cuantitativo empleado. Es fácil presentar evidencia empírica de que con frecuencia la precisión de la predicción aumenta más con información relevante, que con un modelo econométrico sofisticado que ignore parte de misma.

#### **Conjuntos informativos univariantes. Modelos ARIMA. Innovaciones.**

El conjunto informativo mínimo que se puede considerar es el que incluye exclusivamente el presente y pasado de la variable de interés y al que denominaremos conjunto univariante. A partir de él es posible construir modelos univariantes en el que el valor presente de la variable de interés viene explicado por su relación con sus valores pasados. Las variables económicas tienen propiedades de tendencia -por ejemplo un comportamiento de crecimiento sistemático a lo largo de periodos amplios de tiempo-, y de estacionalidad –es decir, que su nivel oscila de una forma cíclica que tiende a repetirse cada año- que persisten en el tiempo, incluso en ausencia de nuevos shocks o innovaciones. Y otras propiedades, como oscilaciones de ciclos de actividad o fluctuaciones de corto plazo, que en ausencia de innovaciones tienden a desaparecer. La dependencia de un fenómeno económico respecto a sus realizaciones pasadas –relación dinámica- es de distinto tipo cuando se recoge una relación persistente, tendencia y estacionalidad, que cuando se recogen oscilaciones cíclicas y fluctuaciones de corto plazo. La relación de persistencia se recoge mediante una relación dinámica, que por sus propiedades matemáticas, se denomina de raíces unitarias. Por ejemplo, el valor de un fenómeno económico en el momento  $t$ ,  $X_t$  viene dado por

$$X_t = X_{t-1} + \mu + W_t, \quad (1)$$

donde  $\mu$  es una constante que recoge el crecimiento medio de la variable y  $W_t$  es el componente de oscilaciones y fluctuaciones de  $X_t$  alrededor de su senda de persistencia, que en el ejemplo viene dada por  $X_{t-1} + \mu$ . En el ejemplo, el fenómeno económico muestra persistencia de tipo tendencial debido al coeficiente (raíz) unidad con que  $X_{t-1}$  se incorpora al valor de  $X_t$ . A partir de (1) se pueden obtener los datos sobre  $W_t$ , tomando primeras diferencias  $-(X_t - X_{t-1})$  de los datos originales y eliminando de ellos su media  $\mu$ . Como  $W_t$  no tiene ya persistencia se dice que tiene un compartimiento estacionario. El componente  $W_t$  depende de su pasado de forma no persistente, por ejemplo como

$$W_t = 0.6W_{t-1} + a_t,$$

donde  $a_t$  es la innovación aleatoria (shock) que se incorpora en el momento  $t$ . Teniendo en cuenta que

$$W_t = (X_t - X_{t-1}) - \mu, \quad (2)$$

y sustituyendo en (1)  $W_t$  por su valor en (2) se llega al siguiente modelo para  $X_t$ :

$$X_t = X_{t-1} + \underbrace{\mu}_{a} + 0.6 \left[ \underbrace{(X_{t-1} - X_{t-2})}_{b} - \underbrace{\mu}_{c} \right] + a_t. \quad (3)$$

En (3) el componente (a) recoge la senda de persistencia que se da en el nivel de  $X_t$  y (b) y (c) recogen las desviaciones,  $W_t$ , estacionarias sobre dicha senda. Estas desviaciones tienen una parte conocida en el momento  $(t-1)$ , factor (b) en la ecuación (3) y una parte aleatoria, desconocida en  $(t-1)$  e impredecible, factor (c).

A los modelos del tipo (3) se les denomina ARIMA y fueron propuestas por Box y Jenkins (1970) como esquemas para predecir. Una forma más estándar en los libros de texto de presentar este modelo sería:

$$(X_t - X_{t-1}) = c + 0.6(X_{t-1} - X_{t-2}) + a_t, \quad (4)$$

en donde  $c = \mu - 0.6\mu$ . La interpretación de las propiedades de  $X_t$  a partir de (4) puede ser difícil para una persona no experta. Sin embargo, de (3) se deduce claramente que  $X_t$  evoluciona incorporando su nivel anterior,  $X_{t-1}$ , añadiéndole un componente fijo  $\mu$  (crecimiento medio), y una oscilación transitoria, que es un 60% de la discrepancia del crecimiento en  $(t-1) - (X_{t-1} - X_{t-2})$  - respecto a la media ( $\mu$ ). Finalmente  $X_t$  asimila un shock aleatorio,  $a_t$ , que se produce en el momento  $t$ .

En el ejemplo anterior, si habiendo observado el fenómeno hasta el momento  $(t-1)$  se quiere predecir  $X_t$ , la predicción, dígame  $\hat{X}_t$ , será

$$\hat{X}_t = X_{t-1} + \mathbf{m} + 0.6 \left[ (X_{t-1} - X_{t-2}) - \mathbf{m} \right].$$

Cuando se observe  $X_t$  se podrá computar el error de predicción

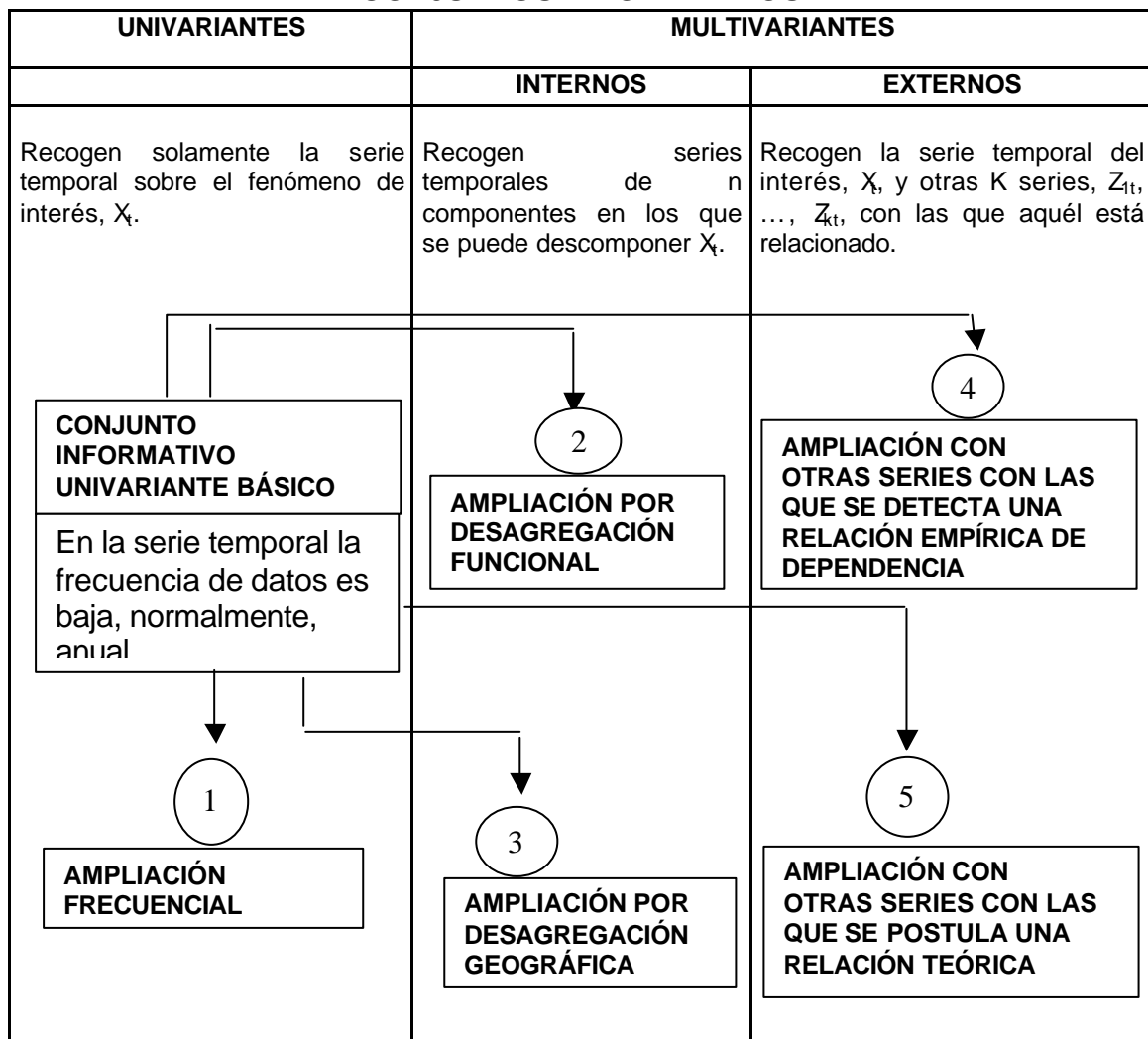
$$X_t - \hat{X}_t = a_t,$$

que no es más que el shock innovador que acontece en t.

Este ejemplo sirve también para ilustrar el doble papel que juega la predicción en el análisis económico. Por una parte antes de llegar a t, la predicción, sirve para adelantar una estimación del valor futuro en t del fenómeno en cuestión, que se tomará en cuenta para planificar, invertir, etc. Cuando llegue la observación  $X_t$  los agentes económicos no tendrán que reaccionar -y de hecho no lo hacen- ante el global de dicho valor, sino solamente en el montante, normalmente pequeño,  $a_t$ , en que tal valor les ha sorprendido. Supóngase que en (1)  $\mu$  es cero y  $X_t$  la tasa de paro. Si la predicción era  $\hat{X}_t$  de 10.4% y en t se observa una tasa de 10%, aunque ésta es elevada, la reacción de los agentes será frente a una innovación negativa, reductora, del 0.4%, con lo que una observación elevada de paro podría influir al alza en los mercados financieros.

Cuadro 1

### CONJUNTOS INFORMATIVOS



## **Desagregación frecuencial.**

El conjunto informativo univariante básico se puede ampliar en diferentes direcciones, tal como se recoge en el cuadro 1. Una consiste en ampliar la frecuencia de observación del fenómeno de interés. En este caso se continúa observando un solo fenómeno y el conjunto informativo resultante sigue siendo univariante. De hecho, lo que suele ocurrir es que existe un cierto hábito a analizar la información a nivel medio mensual, cuando existen datos básicos a nivel semanal o diario. Un ejemplo de ello son los datos de agregados monetarios publicados por un banco central o datos de ventas en muchas empresas. Otras veces, como en los datos de la Contabilidad Nacional de un país, además de la medición anual, que suele realizarse con el mayor nivel de rigor al uso, los institutos de estadística de muchos países también publican datos trimestrales contruidos con menos información que los datos anuales.

En estos casos la frecuencia muestral utilizada por el analista dependerá de la naturaleza del problema que se quiera abordar. En la predicción a corto plazo y en el análisis de la coyuntura económica los datos trimestrales de la contabilidad nacional son preferibles a los anuales. Esto es así porque la información reciente y la relación dinámica a corto plazo entre el presente y el pasado son dos de los factores más importantes para mejorar la predicción a corto plazo.

Supóngase, por ejemplo, que para el problema de predecir mensualmente la masa monetaria en un banco central se dispone de un modelo econométrico mensual. Sin embargo, sobre los componentes de la masa monetaria se dispone de información semanal. Es fácil comprobar que un mero modelo ARIMA semanal, que incluya los datos de algunas de las semanas del mes corriente, da predicciones más ajustadas de la masa monetaria en el mes en cuestión que el modelo econométrico mensual que está ignorando la información semanal reciente. Este resultado de que en predicciones referidas a una unidad temporal concreta, por ejemplo el mes, una desagregación de la información por debajo de la unidad temporal de referencia, por ejemplo en semanas, aumenta la precisión de la predicción es bastante general cuando se refiere a predicciones de corto plazo, es decir, la unidad de tiempo corriente e inmediatamente posteriores. En horizontes más amplios, para que la potencialidad de mayor precisión a partir de información temporal más desagregada se plasme en la aplicación real es necesario que el modelo con mayor desagregación temporal esté realmente bien construido. En la medida que es más difícil construir un modelo adecuado a nivel semanal que a nivel mensual, como puede ocurrir en la predicción de las ventas de una empresa, o a nivel mensual que a nivel trimestral, como puede ocurrir al intentar predecir el comercio exterior, es posible que, en predicciones a medio plazo el modelo más desagregado dé predicciones peores que el agregado.

## **Predicciones a medio y largo plazo.**

Sin embargo, si en lo que se está interesado es en la predicción a largo plazo o en contrastar teorías económicas sobre la determinación del fenómeno en cuestión, disponer de series temporales a lo largo de muchos años es importante y, normalmente, las series trimestrales homogéneas de la contabilidad nacional no van más allá de 20 ó 25 años. Pero incluso si el número de años que abarca una serie trimestral se considera suficientemente grande para el problema de largo plazo que se desea estudiar, su utilización no es necesariamente aconsejable. En efecto, la serie trimestral contiene oscilaciones cíclicas y fluctuaciones de corto plazo muy marcadas, que si no se explican bien en el modelo, generan imperfecciones en el mismo, que pueden viciar las estimaciones de los factores sobre los que contrastar teorías o basar la predicción a largo plazo. Las oscilaciones de corto y medio plazo son mucho menos importantes en series anuales, por lo que si éstas son suficientemente largas, pueden constituir el conjunto informativo relevante para el estudio de problemas a largo plazo. La sugerencia anterior encuentra apoyo teórico formal en el trabajo de Marcellino (1999), que demuestra que la agregación temporal de los datos económicos no distorsiona sus propiedades de largo plazo, como tendencia, cointegración con otras variables, etc., aunque sí que distorsiona sus propiedades estacionales, cíclicas y de corto plazo.

Un buen ejemplo de la conveniencia de series de muchos años para predecir a largo plazo y contrastar teorías económicas se encuentra en Hendry (2001), que utilizando una serie de 125 años sobre la inflación inglesa demuestra que ninguna teoría económica específica es capaz de explicar dicha inflación en ese periodo amplio de tiempo y que la explicación se logra con una actitud ecléctica que incluye todas las teorías que se han avanzado sobre la determinación de la inflación. Es decir, el trabajo demuestra que para explicar la inflación es necesario incluir en el modelo los desequilibrios de todos los mercados nacionales, monetarios, financieros, de bienes y servicios, de trabajo, etc. e indicadores de los desequilibrios en los mercados internacionales.

#### **4.- PREDICCIÓN Y DESAGREGACIÓN.**

La ampliación del conjunto informativo en la predicción solamente es de interés si la información incluida es relevante. Por eso el conjunto informativo debe construirse a partir de los dictámenes de la teoría económica, como se ha hecho anteriormente en el ejemplo de inflación.

La ampliación del conjunto informativo que permite relacionar la variable de interés con variables determinantes de la misma es muy importante, pues sobre ella se pueden construir modelos econométricos capaces de generar predicciones precisas dando, al mismo tiempo una explicación de las mismas. Sobre ello se volverá más adelante, pero en esta sección se va a contemplar la ampliación en el propio marco de la variable de interés cuando ésta es una variable agregada.

En una variable agregada, como el total de ventas de distintos productos en una empresa, la producción industrial, las exportaciones nacionales, el nivel de empleo, un índice de precios al consumo, etc, una forma de aumentar la información es aplicando una determinada desagregación funcional para construir un modelo econométrico sobre las series temporales de los componentes. La desagregación funcional puede ser por grupos de mercados, sectores productivos, sectores de población, tipos de demanda, etc. Así, un índice de precios al consumo puede desagregarse, por ejemplo, en sub-índices de precios correspondientes a mercados de alimentos, de energía, de otros bienes y de servicios. La producción industrial puede desagregarse en sectores industriales productivos de alimentos, de energía, de otros bienes intermedios, de otros bienes de consumo no duraderos, de bienes de consumo duraderos y de bienes de capital. El empleo puede desagregarse por grupos de población de acuerdo con la edad, el sexo y el nivel educativo. Este tipo de desagregación es relevante cuando los componentes tienen comportamientos tendenciales, estacionales, cíclicos o con fluctuaciones de corto plazo diferentes. En particular, la desagregación es importante cuando los componentes tienen tendencias generadas por más de un factor común entre ellas.

En ocasiones una misma variable puede desagregarse de formas alternativas basadas en criterios diferentes. Así, por ejemplo, el producto interior bruto puede dividirse al menos en dos formas alternativas. Una en cuanto al tipo de demanda: consumo privado, consumo público, formación bruta de capital fijo, variación de existencias, importaciones y exportaciones. Otra en cuanto al sector productivo, primario, industrial, construcción, servicios de mercado, servicios de no mercado e impuestos netos sobre la producción. En la medida que cada desagregación alternativa puede contener información diferente y valiosa sobre diversos factores determinantes de la tendencia del producto interior bruto, se



tiene que, para la predicción de éste, dichas desagregaciones no deben verse como excluyentes, en el sentido de que si se realiza un análisis econométrico sobre una ya no se hace sobre la otra, sino como complementarias. Es decir, se realizan ambos análisis y es en un estadio final donde se evalúa si combinando las predicciones del PIB por ambas vías se mejoran o no las predicciones individuales. Recientemente en Econometría ha surgido un debate sobre dos orientaciones en la construcción de modelos. Una, modelización estrecha – un representante destacado de esta orientación es el Prof. Hendry véase Hendry (1995)-, consistente en ir eliminando alternativas, mediante contrastes estadísticos, y realizar el análisis estructural o la predicción sobre el modelo final. La otra, modelización amplia –recientemente defendida por el Prof. Granger, véase Granger (2004)-, consiste en mantener más de una alternativa en el proceso de construcción de modelos, ya que los contrastes que se emplean sólo son validos para muestras largas, que no son las habituales, y muchas veces se han diseñado varios estadísticos para un mismo contraste. En tales casos, los resultados con frecuencia son diferentes según el estadístico aplicado, o llevan rechazar una determinada hipótesis empleando un nivel de significación en el contraste del 10%, pero al nivel del 5%. En tales circunstancias es aconsejable construir modelos econométricos para cada una de las hipótesis contempladas y decidir sobre ellas en la etapa final. La combinación de predicciones a partir de modelos econométricos sobre desagregaciones alternativas del producto interior bruto mencionada va en la línea de la orientación gruesa en la modelización. En Minguez y Espasa (2004) se demuestra la utilidad de tal combinación para predecir el producto interior bruto de la zona euro. En dicho trabajo se da evidencia de que la combinación de predicciones del PIB procedentes de modelos econométricos sobre desagregaciones procedentes de la demanda y de la producción, tanto en modelos univariantes, uniecuacionales con indicadores adelantados o vectoriales con mecanismo de corrección del equilibrio, siempre mejora las predicciones procedentes de cada una de las alternativas por separado.

Otra descomposición interna posible de una variable agregada es por zonas geográficas: regiones dentro de un país o estados dentro de un estado federal o unión económica y monetaria.

En Espasa et al. (2001) analizando la inflación en la Euro Zona se da evidencia empírica que ambas desagregaciones son importantes. En Espasa y Albacete (2004) se demuestra que la combinación de predicciones de inflación en la Euro Zona procedentes de desagregaciones funcionales y por países mejora las predicciones individuales.

Cuando se dispone de un criterio de desagregación funcional que se puede aplicar dentro de cada unidad geográfica de un conjunto estatal o supraestatal, cabe analizar si la desagregación cruzando ambos criterios es factible y en caso afirmativo si conduce a mejoras en la predicción. En Espasa y Albacete (2004) se demuestra que eso es así cuando se analiza la inflación en la Euro Zona, aunque el tipo de modelo resultante es algo complejo.

Para implantar un procedimiento de predicción basado en la desagregación funcional, geográfica o por ambos criterios, para una variable macroeconómica o de una gran empresa, es necesario estimar antes los beneficios esperados de dicho esquema de predicción. El punto de partida es el siguiente. Bajo la hipótesis de que:

- (a) la descomposición proporciona información relevante sobre las principales características del agregado;
- (b) concluye con componentes para los que se dispone de series temporales en los que la calidad de los datos es buena y
- (c) el analista es capaz de construir un modelo adecuado con los distintos componentes,

entonces la predicción a partir del modelo desagregado no puede ser peor que la que se obtiene con un modelo directamente sobre el agregado.

El punto (b) no siempre es cierto y es el primer aspecto a comprobar antes de analizar los demás. Si los datos son de calidad razonable el paso siguiente es estudiar si las series desagregadas contienen información relevante sobre el agregado. Para ello se pueden analizar distintas facetas del agregado y de sus componentes, como tendencia, estacionalidad, ciclos económicos, fluctuaciones de corto plazo, etc. De todas ellas la característica de la tendencia suele ser la más importante. Al desagregar una variable en  $n$  componentes se trata de ver cuántas tendencias diferentes del tipo de raíz unitaria comentadas anteriormente existen en el vector de las series temporales de los  $n$  componentes. Si sólo hubiese una, en general, la desagregación no sería importante desde el punto de vista tendencial. En la mayor parte de los casos no suele ser ese el resultado que se encuentra, sino que se observan que existen un número  $r$ , menor que  $n$ , de factores tendenciales diferentes que son comunes a los  $n$  componentes. En tal caso la desagregación potencialmente puede generar mejores predicciones que un modelo agregado. El paso final es construir un modelo adecuado para el vector de  $n$  componentes. Un aspecto esencial en esta modelización es el que se comenta a continuación.

Si en un agregado con  $n$  componentes se han estimado  $r$  factores tendenciales comunes, implica que en las evoluciones tendenciales existen  $(n-r)$  relaciones de largo plazo o relaciones de cointegración. El modelo econométrico debe incluir dichas restricciones en el largo plazo de las series temporales de los  $n$  componentes. Esto requiere, en general, modelizar conjuntamente el vector de  $n$  componentes. Como las relaciones de cointegración, recogen el desequilibrio existente en cada observación respecto a la pauta de largo plazo, al modelo resultante se le denomina modelo vectorial con mecanismo de corrección del equilibrio, denominado VEqCM (véase Clements y Henry 1999) a partir de su nombre en inglés.

Si el número de componentes es elevado, por ejemplo más de 10, el modelo VEqCM puede ser difícil de formular y su estimación poco fiable dado el tamaño de muestra que suelen tener la mayor parte de las series temporales macroeconómicas. Este problema se presenta normalmente en los casos en los que la desagregación se ha realizado combinando los criterios funcionales y geográficos. En estos casos simplificar el VEqCM resulta determinante. En Espasa y Albacete (2003) se introducen restricciones consistentes en dividir el vector de  $n$  componentes en bloques, de forma que se permiten restricciones de largo plazo entre las series temporales de cada bloque, pero no entre series de bloques diferentes. En dicho trabajo se demuestra que estos modelos VEqCM restringidos –denominados VEqCM diagonales por bloques– producen mejores predicciones de la inflación en la Euro Zona que los modelos VEqCM no restringidos.

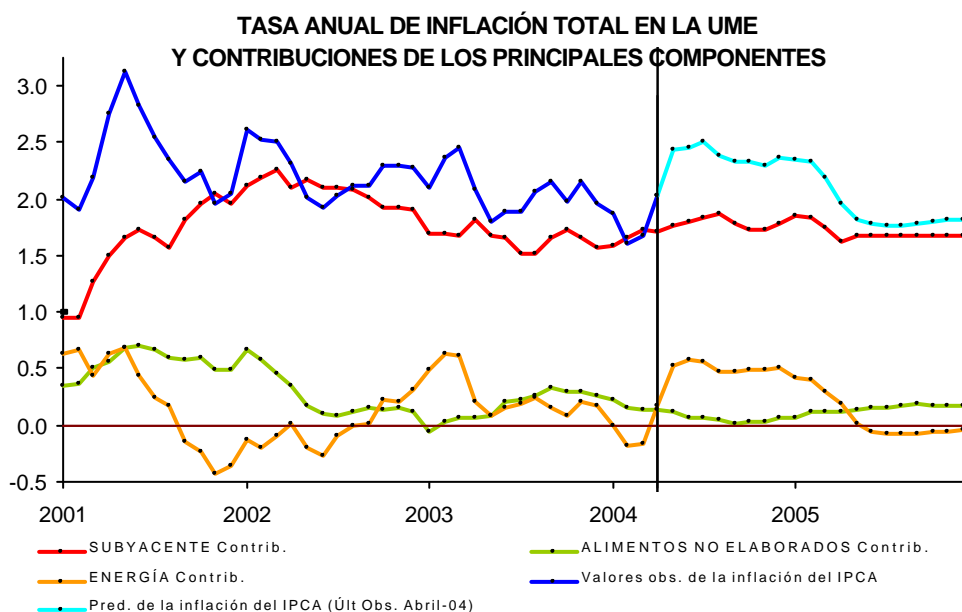
Con la desagregación funcional y geográfica se pueden obtener predicciones más precisas que con un modelo agregado tal como ocurre en las referencias anteriores sobre el PIB y la inflación en la Euro Zona.

En el Boletín de Inflación y Análisis Macroeconómico, que se publica mensualmente y se encuentra en su décimo año, se dan predicciones para variables macroeconómicas de la Euro Zona, de España y de la inflación en Estados Unidos, con la experiencia muy firme de que la desagregación mejora de forma apreciable la predicción. En estudios de otros autores no encuentran ventajas en la predicción desagregado, pero en todos ellos no se contempla la introducción de las relaciones de cointegración de los componentes dentro del modelo econométrico.

En los modelos desagregados puede ocurrir que la hipótesis de modelo lineal no sea aceptable para algunos componentes. En tales casos resulta importante considerar esquemas no lineales como hacen Minguez y Espasa (2004) al estudiar el PIB europeo o como se hace en el Boletín de Inflación y Análisis Macroeconómico al predecir los precios domésticos de la energía en función de los precios internacionales.

Los modelos desagregados se basan sobre un conjunto informativo multivariante, pero que es interno, en el sentido de que no incluye información sobre otros fenómenos afines relacionados con el fenómeno de interés, sino que incorpora exclusivamente información sobre sus componentes desde puntos de vista funcionales y geográficos. Con ello los modelos econométricos desagregados no pueden dar una explicación de los factores determinantes de sus predicciones, pues no los consideran. Sin embargo, al formular la predicción del agregado a partir de las predicciones de sus componentes, sí que se aprecian qué componentes son los más influyentes y con ello se pueden obtener ciertas pautas sobre cuáles pueden ser los principales factores determinantes de la predicción. Con ello la predicción desagregada, independientemente de su mayor o menor precisión, resulta de mayor interés para el análisis de la coyuntura del fenómeno en cuestión que la mera predicción agregada. En el gráfico 2 se puede ver cómo contribuyen a las predicciones de la inflación total en la zona Euro las predicciones de la inflación subyacente y de la inflación en los precios de los alimentos no elaborados y de la energía. En el gráfico se observa que la predicción de una reducción de la inflación en 2005 respecto al 2004, no se basa en la inflación subyacente, sino en la inflación de los otros dos componentes, principalmente el energético que viene en parte determinado por las fuertes oscilaciones de los precios internacionales del crudo. Así pues, esta predicción de reducción de la inflación en 2005 es compatible con una predicción de aumento del crecimiento del PIB en dicho año.

Gráfico 2



## **5.- PREDICCIÓN CON MODELOS DE INDICADOR ADELANTADO O CON MODELOS ECONOMETRÍCOS CONGRUENTES.**

En otros muchos casos, la ampliación del conjunto informativo supone la incorporación de datos sobre otras variables externas.

La relación del fenómeno de interés con las nuevas variables puede ser meramente empírica, como la que relaciona el índice de producción industrial con un índice de confianza industrial, el nivel de exportaciones con un indicador de cartera de pedidos extranjeros, un índice de precios al consumo con un índice de precios de producción, etc. A estas variables adicionales se les suele denominar indicadores, con frecuencia adelantados, del fenómeno de interés. Si realmente son indicadores, la causalidad, en el sentido de Granger, irá desde ellos hacia el fenómeno de interés y no viceversa. En tales casos estos indicadores suelen poder considerarse como variables exógenas e incorporarlos como tales en los tipos de modelos ARIMA o VEqCM mencionados anteriormente.

En otros casos la incorporación de nuevas variables se hace a partir de las orientaciones de la teoría económica, con lo que se pueden construir modelos econométricos congruentes, en la terminología del Prof. Hendry. De forma poco precisa un modelo econométrico congruente se puede definir como aquél que incluye toda la información disponible que es relevante para el análisis del fenómeno en cuestión, se especifica en términos de los parámetros de interés según la teoría económica, incorporando, por tanto, las relaciones de causalidad entre variables de acuerdo con dicha teoría y se formula en términos de parámetros que resultan constantes en el tiempo. La propiedad principal de estos modelos es de ser modelos causales de acuerdo con una cierta teoría económica. Estos modelos, cuando es el caso, incorporan las restricciones de largo plazo – relaciones de cointegración – existentes entre el fenómeno de interés y las otras variables económicas.

Un ejemplo de conjunto informativo multivariante externo ampliado según dictámenes teóricos aparece, por ejemplo, al abordar la predicción de la inflación. Así para predecir la inflación trimestral se puede contemplar incluir información sobre variables como los costes laborales unitarios, el producto interior bruto, el producto interior bruto potencial, la cantidad de dinero, diferenciales de tipos de interés, un índice de precios de importación, indicadores de precios internacionales de materias primas, un índice de tipo de cambio efectivo, etc. En tales casos se tiene que si:

- (a) la calidad de la información adicional es buena,
- (b) el investigador es capaz de construir un modelo congruente, y
- (c) si las variables explicativas de la inflación se pueden predecir de forma fiable ,

es de esperar que, en ausencia de cambios estructurales, el modelo econométrico congruente genere predicciones más precisas que un mero modelo ARIMA, que por construcción se basa exclusivamente en los valores de la inflación pasada. Obviamente, la construcción del modelo econométrico es mucho más costosa que la del modelo ARIMA.

Los modelos econométricos congruentes pueden aplicarse también cuando el fenómeno de interés se estudia a través de sus componentes en un modelo desagregado. El modelo resultante será un modelo VEqCM que incluirá  $n$  ecuaciones para los componentes del agregado más  $m$  ecuaciones adicionales sobre las variables económicas incorporadas que no resulten ser exógenas. En general la complejidad del modelo resultante exigirá utilizar la restricción de diagonalidad por bloques. Este tipo de modelo constituye una estructura ideal para la predicción, ya que si está bien construido dará predicciones precisas y además ofrece una explicación de los factores determinantes de las mismas.

Tal como se ha apuntado anteriormente, los agentes económicos demandan predicciones fiables que además incluyan una explicación de los factores que determinan la predicción. Esto último es importante para poder utilizar la predicción en un contexto de toma de decisiones, y sólo se puede obtener con modelos econométricos congruentes. Este es el mayor interés de los modelos econométricos en la predicción.

Con frecuencia, al construir un modelo econométrico congruente el investigador se encuentra que su variable de interés se observa en una unidad de tiempo más frecuente que las de algunas de sus variables explicativas. Por ejemplo, en predicciones sobre el sector turístico se encuentra que el número de turistas extranjeros, que en muchos casos puede ser la variable de interés, se observa a nivel mensual, pero que variables explicativas relevantes como la renta de los turistas sólo se pueden construir a nivel trimestral. Algo similar ocurre si se desea predecir ciertas variables a nivel de empresa, como las ventas. En general en variables como precios, comercio exterior, producción industrial y paro y variables monetarias y financieras existe información mensual, pero si se necesitan variables explicativas como producto interior bruto, productividad, costes laborales unitarios, etc., tanto a nivel doméstico como internacional, sobre ellas la información existente suele ser de periodicidad trimestral. En tales casos se presentan dos alternativas básicas: (a) construir modelos mensuales, que podrán ser agregados o desagregados e incluir o no indicadores, o (b) construir modelos econométricos congruentes trimestrales que incluyen relaciones fundamentales con variables económicas.

Como se ha comentado anteriormente en la predicción a corto plazo el modelo con el máximo nivel de desagregación frecuencial existente

para la variable de interés, es el tipo de modelo aconsejable. Para la predicción a más medio plazo una agregación temporal tal que puedan incluir variables económicas relevantes y permitir la construcción de modelos econométricos congruentes puede ser la opción preferible.

En estos casos continúa siendo cierto que el interés del usuario de predicciones es que éstas sean lo más precisas posibles y expliquen los factores que las determinan. Para lo primero se puede utilizar un modelo mensual, pero para lo segundo no. Este problema se ha planteado en el Boletín de Inflación y Análisis Macroeconómico al tener que predecir la inflación. La solución adoptada ha consistido en dar una senda mensual de predicciones para el año corriente y siguiente con el modelo mensual y una explicación económica de las predicciones a un nivel trimestral. Esta última se logra a través de una regresión del tipo:

$$y_t = a + bx_t + r_t, \quad (6)$$

en donde  $Y_t$  es una senda de predicciones de inflación procedentes del modelo mensual desagregado por mercados pero agregado a nivel trimestral y  $X_t$  es la senda de predicciones de un modelo trimestral agregado. Si en la regresión (6) no se rechaza la hipótesis de que  $a=0$  y  $b=1$ , se puede utilizar tal regresión para dar una explicación de las predicciones  $Y_t$  en términos de los factores explicativos de las predicciones  $X_t$  y de  $r_t$ . En ella  $r_t$  se interpreta como el efecto en la inflación total de las diferencias inflacionistas existentes en todos los mercados.

El procedimiento anterior es exportable a la predicción de otro tipo de variables y tiene la ventaja de aprovechar la precisión predictiva que se obtiene con un modelo mensual que incorpora una desagregación funcional importante para el problema contemplado y la explicación económica que proporciona un modelo econométrico trimestral congruente.

La consecuencia de lo que antecede es clara, en la predicción económica no se debe ignorar información relevante, pero para que tal información pueda aumentar la precisión de la predicción en los distintos horizontes debe incorporarse en un modelo econométrico adecuado. La dificultad de construir un modelo econométrico aumenta con la magnitud de la información que se debe procesar en él, siendo posible que el coste del mismo sea excesivo en relación con los beneficios adicionales que se esperan obtener :una mayor precisión predictiva y una explicación de los factores determinantes de la predicción. En la práctica el analista debe saber coordinar el uso de información relevante con modelos econométricos adecuados, aumentando el conjunto informativo y la complejidad de sus modelos en función de los beneficios esperados.

## **Combinación de predicciones**

En lo que antecede se ha visto la posibilidad de obtener predicciones a través de distintos tipos de modelos ARIMA, uniecuacionales, vectoriales que pueden o no contemplar desagregaciones funcionales y geográficas y que pueden incluir o no indicadores y modelos econométricos congruentes. En esta situación las distintas predicciones proceden de conjuntos informativos diferentes y de modelos con distintas estructuras en la formulación del largo plazo de las variables. En tales casos Clements y Hendry (1999) señalan que la combinación de predicciones, propuesta desde hace mucho tiempo por el Prof. Granger, puede ser útil. Por otra parte Guerrero y Peña (2002) obtienen un resultado teórico que señala que la combinación de predicciones para una variable agregada procedentes de un modelo agregado, con las obtenidas con un modelo desagregado mejoran los resultados de los procedimientos individuales. Por todo ello es muy aconsejable que el analista explore siempre si la combinación de predicciones conduce a una mejora de la labor predictiva.

## **6.- PROPUESTA METODOLÓGICA**

Como resumen de lo discutido en las secciones anteriores se deriva una propuesta metodológica para la predicción económica que se ha ido construyendo a lo largo de los diez años que se viene publicando el Boletín de Inflación y Análisis Macroeconómico del Instituto Flores de Lemus de la Universidad Carlos III de Madrid.

Los puntos básicos de dicha metodología son:

- (a) Utilizar un conjunto informativo desagregado funcionalmente, y en ocasiones también geográficamente, incorporando en el correspondiente modelo econométrico las restricciones de largo plazo existente entre los componentes.
- (b) En la predicción a corto plazo utilizar el máximo nivel de desagregación frecuencial posible.
- (c) Incluir indicadores específicos y generales en la explicación de los distintos componentes del fenómeno agregado.
- (d) Emplear formulaciones no lineales cuando sea necesario.



- (e) Combinar predicciones procedentes de distintos modelos si ello mejora la precisión de las sendas de predicción, normalmente construidas para el año corriente y siguientes.
- (f) Si, como es un hecho frecuente, utilizando al máximo nivel de desagregación frecuencial no se han podido construir modelos econométricos congruentes, por requerir éstos mayor agregación, relaciónese las predicciones anteriores con las de un modelo econométrico congruente y proporciónese así una explicación económica de las primeras.

## BIBLIOGRAFÍA

Box, G. E. P. y G. M. Jenkins, 1976, Time Series Analysis: Forecasting and Control, Holden Day: San Francisco [primera edición 1970].

Clements, M. P. y D. Hendry, 1999, Forecasting Non-Stationary Economic Time Series, Cambridge, Mass: MIT Press.

Delrieu, Juan C., 2003, "The Value of Business Forecasting at a Corporate Level in Non-Financial Companies", Bulletin of EU and US Inflation and Macroeconomic Analysis, n.100 extraordinario, pp. 106-16

Espasa, A., E. Serna y R. Albacete, 2001, "Forecasting Inflation in the European Monetary Union: a disaggregated approach by countries and by sectors", European Journal of Finance, v. 8, n. 4, pp. 402-421

Espasa, A. y R. Albacete, (2004), "Econometric Modelling for Short-Term Inflation Forecasting in the EMU" Working paper 03-43 (09) Department of Statistics, Universidad Carlos III, Madrid.

Granger, C. W. J., 2004, "Thick Modelling", Economic Modelling, 21, pp. 323-343.

Guerrero, V. M. y D. Peña, 2003, "Combining multiple time series predictors: a useful inferential procedure", Journal of Statistical Planning and Inference, 116, pp. 249-76.

Hendry, D. F., 1995, Dynamic Econometrics, Oxford University Press.

Hendry, D. F., 2001, "Modelling U.K. Inflation, 1875-1991", Journal of Applied Econometrics, n.16, pp. 255-275

Marcellino, M., 1999, "Some Consequences of Temporal Aggregation in Empirical Analysis", Journal of Business and Economic Statistics, Enero, v.17, n.1.

Minguez, R. y A. Espasa, 2004, " A Time Series Disaggregated Model to Forecast GDP in the Euro-Zone ", Proceedings of the Colloquium on Modern Tools for Business Cycle Analysis, Monograph of Official Statistics, Eurostat.

Wallis, Kenneth, 2003, "Forecast Uncertainty, its Representation and Evaluation", Bulletin of EU and US Inflation and Macroeconomic Analysis, n.100 extraordinario, pp. 89-98